

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-291299

(43) 公開日 - 平成6年(1994)10月18日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 27/15
27/14

識別記号

庁内整理番号

8934-4M

F I

技術表示箇所

7210-4M

H 0 1 L 27/ 14

J

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-42879

(22) 出願日 平成4年(1992)2月28日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 江田 和生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 田口 豊

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 金星 章大

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

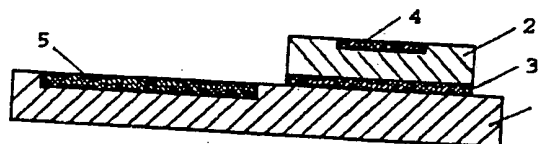
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド集積回路とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光素子及び電子素子を高密度に集積化でき、
低コストで歩留まりがよく、良好な特性が得られるハイ
ブリッド集積回路とその製造方法を提供すること。

【構成】 I n P基板2と、そのI n P基板2の所定の
部位に形成された酸化珪素膜または珪素膜3によって、
I n P基板2に接合されているS i基板1とを備える。



1 S i基板

2 I n P基板

3 酸化珪素膜または珪素膜

4、4' 光素子

5 電子素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 InP基板と、そのInP基板の所定の部位に形成された酸化珪素膜または珪素膜によって、前記InP基板に接合されているSi基板とを備えたことを特徴とするハイブリッド集積回路。

【請求項2】 珪素膜は、非晶質の珪素膜であることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド集積回路。

【請求項3】 珪素膜は、多結晶の珪素膜であることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド集積回路。

【請求項4】 InP基板上には、少なくとも半導体レーザーなどの光素子が形成され、前記Si基板上には、少なくともトランジスタなどの電子素子が形成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のハイブリッド集積回路。

【請求項5】 接合された前記InP基板及び前記Si基板の対向面の所定の部位に、一方に発光素子が形成され、他方に受光素子が形成され、前記発光素子から出射される光が前記受光素子に入射されるようになっていることを特徴とする請求項4記載のハイブリッド集積回路。

【請求項6】 Si基板およびInP基板のそれぞれに、接合強化のための所定温度以上の温度で処理すべき半導体プロセス処理を行った後、前記InP基板の全面又は一部に、酸化珪素膜または珪素膜を形成し、前記InP基板上に形成された前記酸化珪素膜または珪素膜の面を、前記Si基板の所定部位に接合させ、その部位の接合力を強化するために前記所定温度で熱処理を行った後、前記所定温度以下の温度により、前記InP基板及び前記Si基板上に、前記所定温度を下回る温度で処理すべき半導体プロセス処理を行うことによって集積化したことを特徴とするハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項7】 Si基板と前記酸化珪素膜または珪素膜との接合は、水酸基を介してなされることを特徴とする請求項6記載のハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項8】 InP基板及びSi基板を加熱しながら、前記酸化珪素膜または珪素膜間に所定の電圧をかけることによって、InP基板とSi基板を接合することを特徴とする請求項7記載のハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項9】 接合部位の前記接合力を強化するための前記所定温度は、100度Cから700度Cの温度範囲であることを特徴とする請求項8記載のハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項10】 InP基板上に形成した前記珪素膜は、非晶質の珪素膜であることを特徴とする請求項9記載のハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項11】 InP基板上に形成した前記珪素膜は、多結晶の珪素膜であることを特徴とする請求項9記載のハイブリッド集積回路の製造方法。

【請求項12】 Si基板およびInP基板のそれぞれ

に、接合強化のための所定温度以上の温度で処理すべき半導体プロセス処理を行った後、前記InP基板の全面又は一部に、酸化珪素膜または珪素膜を形成し、前記Si基板の全面又は一部に、酸化珪素膜又は珪素膜を形成し、前記InP基板上に形成された前記酸化珪素膜または珪素膜の面を、前記Si基板に形成された前記酸化珪素膜又は珪素膜の面に接合させ、その接合部位の接合力を強化するために前記所定温度で熱処理を行った後、前記所定温度以下の温度により、前記InP基板及び前記Si基板上に、前記所定温度を下回る温度で処理すべき半導体プロセス処理を行うことによって集積化することを特徴とするハイブリッド集積回路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、InPとSiを用いた高性能なハイブリッド集積回路及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ハイブリッド集積回路、例えば半導体レーザーと駆動トランジスタや増幅用トランジスタなどを集積化した光電子集積回路などでは、InPなどの半導体レーザー作製可能な基板の上に、半導体レーザーなどの光素子とトランジスタなどの電子素子を同時に作り込む方法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のInP基板上に光素子と電子素子の両者を集積する方法では、InP基板がSi基板よりも数倍高価であること、また半導体デバイス形成のプロセスがSi基板の場合よりも複雑であるため、歩留まりが悪く、高密度に集積化できないなどの課題がある。またInP基板はSi基板よりも熱伝導が数倍悪いこと、使用電力量の多い回路の集積化には適さないなどの課題があった。

【0004】本発明は、従来のこのような課題を考慮し、光素子及び電子素子を高密度に集積化でき、低コストで歩留まりがよく、良好な特性が得られるハイブリッド集積回路とその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1の本発明は、InP基板と、そのInP基板の所定の部位に形成された酸化珪素膜または珪素膜によって、InP基板に接合されているSi基板とを備えたハイブリッド集積回路である。

【0006】請求項6の本発明は、Si基板およびInP基板のそれぞれに、接合強化のための所定温度以上の温度で処理すべき半導体プロセス処理を行った後、InP基板に、酸化珪素膜または珪素膜を形成し、InP基板上に形成された酸化珪素膜または珪素膜の面を、Si基板の所定部位に接合させ、その部位の接合力を強化す

るために所定温度で熱処理を行った後、所定温度以下の温度により、InP基板及びSi基板上に、所定温度を下回る温度で処理すべき半導体プロセス処理を行うことによって集積化したハイブリッド集積回路の製造方法である。

【0007】

【作用】請求項1の本発明は、InP基板に形成された酸化珪素膜または珪素膜が、Si基板に接合されて、InP基板及びSi基板が一体化された集積回路を形成する。

【0008】請求項6の本発明は、InP基板上に形成された酸化珪素膜または珪素膜の面を、Si基板の所定部位に接合させ、その部位の接合力を強化するために所定温度で熱処理を行っているので、InP基板とSi基板とを、容易に十分な強度の接合力で接合することができ。

【0009】

【実施例】以下、本発明にかかる実施例のハイブリッド集積回路及びその製造方法について、図面を参照しながら説明する。

【0010】（実施例1）図1は、本発明の第1の実施例のハイブリッド集積回路の構造を示す模式断面図である。すなわち、ハイブリッド集積回路を構成しているSi基板1上には、トランジスタなどの電子素子5が形成され、InP基板2上には、半導体レーザなどの光素子4が形成されている。又InP基板2の所定の面には、酸化珪素膜（または珪素膜）3が形成され、その酸化珪素膜（又は珪素膜）3とSi基板1とは直接接合されている（接合の方法については後述）。それぞれの基板に形成された光素子4及び電子素子5は、電気的配線等により機能的に接続されている。

【0011】以上のように、光素子4は、発光などの光特性に優れたInP基板2上に形成されており、トランジスタなどの電子素子5は、大規模集積回路の形成に適したSi基板1上に形成されているので、高性能の光素子4と大規模集積化した電子素子5を一体にして集積化することが可能であった。またSi基板1は、熱伝導率が大いいため、InP基板2に高出力の半導体レーザを形成しても、十分放熱することが可能であり、したがって、また電力増幅器などの電子素子を集積化することもできた。

【0012】（実施例2）図2は、本発明の第2の実施例のハイブリッド集積回路の構造を示す模式断面図である。すなわち、ハイブリッド集積回路を構成しているSi基板1上には、トランジスタなどの電子素子5が形成され、InP基板2のSi基板1に対向する面の一部には、例えば半導体レーザなどの光素子（発光素子）4が形成されている。又その面の光素子（発光素子）4の周囲の所定の部位には、酸化珪素膜（又は珪素膜）3が形成され、その酸化珪素膜（又は珪素膜）3とSi基板1

とは直接接合されている（接合の方法については後述）。更にInP基板2に形成された光素子（発光素子）4に対向するSi基板1の部位には、ホトダイオードなどの光素子（受光素子）4'が形成され、それら光素子（発光素子）4と光素子（受光素子）4'は光で結合されるようになっている。それぞれの基板に形成された光素子4、4'と電子素子5は、必要に応じ電気的配線及び前述の光的結合により機能的に接続されている。

【0013】以上のように、半導体レーザなどの光素子4は、発光などの光特性に優れたInP基板2上に形成されており、ホトダイオードなどのようにSi基板1上でも高性能の得られる一部の光素子4'や、トランジスタなどの電子素子5は、大規模集積回路の形成に適したSi基板1上に形成されているので、高性能の光素子4、4'と大規模集積化した電子素子5を集積化することが可能であった。これにより実施例1と同様の効果が得られた。またこの場合には、前述したようにSi基板1上の大規模集積回路とInP基板2上の光素子4を、電気的配線によらずに、光で信号を直接伝送することも可能であった。またInP基板2上に、高速の電子素子を同時に集積化することも可能であった。

【0014】なお、上記いずれの実施例においても、InP基板に形成される酸化珪素膜に代えて、非晶質の珪素膜あるいは多結晶の珪素膜を用いてもよい。

【0015】また、上記実施例では、InP基板側に発光素子を形成し、Si基板側に受光素子を形成して両基板を光により結合したが、これとは逆にInP基板側に受光素子を形成し、Si基板側に発光素子を形成して光による結合を行ってもよい。

【0016】また、上記実施例では、発光素子及び受光素子の間は空間であったが、これに限らず、発光素子から発射される光が受光素子に入射されるように構成されていればよい。

【0017】（実施例3）本発明の第3の実施例のハイブリッド集積回路の製造方法について説明する。

【0018】まず、Si基板およびInP基板の所定の箇所に、接合力強化のために必要な熱処理温度以上の温度で行うべきプロセス、例えば、拡散プロセスなどを含めて、一連の半導体プロセス処理を行い、電界効果トランジスタ（FET）などの電子素子や半導体レーザなどの光素子を形成した。それら拡散プロセスなどは、通常1000度C以上の高温で行われる。

【0019】次に、各種素子が形成されたSi部およびInP部に保護膜を形成した後、その他の露出Si部およびInP部の表面を極めて清浄にした。具体的には、InP基板は、過酸化水素とアンモニア系エッチング液で表面層をエッチング除去した。同じくSi基板表面は、弗酸系エッチング液により清浄化した。その時必要部分のみ保護膜を除去した。その後、InP基板上に化学気相成長法などにより酸化珪素膜を形成した。膜厚は0.

1-3ミクロン程度であり、この厚み及びその厚みの均一性の制御は容易である。さらに酸化珪素膜表面は、バッファード弗酸により清浄化した。その時必要部分のみ保護膜を除去した。

【0020】その後、酸化珪素膜の表面を純水で十分洗浄し、前記S i基板露出部に前記I n P基板の酸化珪素膜を一樣に重ねあわせると、酸化珪素膜表面およびS i基板表面に吸着した水酸基によって、容易に直接接合が得られた。このままでも十分な接合強度が得られるが、さらにこの状態で、100度Cから700度Cの温度で熱処理を行うと、その接合は更に強化された。ここで熱処理温度が高い場合、I n P基板の熱膨張率及びS i基板の熱膨張率に差があるため、形状、寸法などに多少の制約が加えられるが、基本的には、高温で熱処理する場合ほど、接合する基板の厚みを薄く、また面積を小さくしていけば、剥離や破損なく接合強度の向上が可能であった。

【0021】次に、接合力強化のための熱処理温度以下の温度で処理すべき各種プロセス、例えば電極形成などを実施し、配線パターンを形成した。配線にはアミニウムや金などを用いた。これにより、実施例2に示す構造のハイブリッド集積回路が得られた。接合強化の熱処理効果は、例えば、200度Cで、1時間程度保持するだけでも接合強度は数倍に上がり、数10Kg/平方cmの強度が得られた。700度C以上に温度を上げると、I n P基板表面からP (りん) が抜けていくため表面の特性劣化が大きく光素子としての所定の性能が得られないので、接合熱処理温度は700度C以下とすることが望ましい。

【0022】上述のS i基板1と酸化珪素膜 (又は珪素膜) 3との接合を、一般の樹脂などの接着剤を用いて行うと、耐熱性や耐薬品性の面から、接合後は半導体プロセスが行えないなどの問題点があるが、本実施例の方法を用いれば、S i基板とI n P基板が直接接合されており、そのような問題点が解決された。

【0023】また樹脂などの接着剤を用いて接着すると、接着剤の厚みを高精度で制御することが困難なため、接着後の基板平行度が悪くなり、ホトリソグラフィの精度が悪くなるが、そのような問題も解決された。また直接接合の場合の方が、熱伝導がよくなるため、消費電力の大きい回路にも適用することができた。

【0024】以上の直接接合のメカニズムは、珪素膜または酸化珪素膜表面を、適当な表面処理を行った後純水に浸すことにより、その表面に水酸基が付着し、接合させようとする両表面に付着した水酸基によって、接合が行われると考えられる。その後熱処理を行うと、相互拡散により接合が強化されるものと考えられる。

【0025】(実施例4) 本発明の第4の実施例のハイブリッド集積回路の製造方法について説明する。

【0026】実施例3と同様にして、S i基板およびI

n P基板の所定の箇所に、電子素子または光素子を形成し、その後、保護膜形成、表面洗浄を行った後、接合面になるI n P基板上に、非晶質珪素の膜を、プラズマCVDなどにより形成した。形成する非晶質珪素の膜厚は、実施例3の場合とほぼ同様、0.1-3ミクロン程度である。その後、実施例3と同様に、非晶質珪素膜とS i基板表面を極めて清浄にした。具体的方法は、実施例3とほぼ同じである。非晶質珪素膜表面は、バッファード弗酸系エッチング液により清浄化した。その後非晶質珪素膜及びS i基板の表面を純水で十分洗浄し、すぐに一樣に重ねあわせることにより、非晶質珪素膜表面に吸着した水酸基により、容易に接合が得られた。

【0027】次に必要に応じて実施例3と同様のプロセスを行うことにより、I n P基板上に形成された光素子と、S i基板上に形成された電子素子が一体に集積化されたハイブリッド集積回路の製造が可能となり、実施例3と同様の効果が得られた。この場合の接合強度は、酸化珪素膜を用いた場合よりも、2-5倍の値が得られた。

【0028】(実施例5) 本発明の第5の実施例のハイブリッド集積回路の製造方法について説明する。

【0029】実施例3または4と同様にして、S i基板およびI n P基板の所定の箇所に、電子素子または光素子を形成し、その後、保護膜形成、表面洗浄を行った後、接合面になるI n P基板上に、酸化珪素膜または非晶質珪素膜を形成した。その後、実施例3または4と同様に、酸化珪素膜または非晶質珪素膜とS i基板表面を極めて清浄にした。具体的方法は、実施例3または4とほぼ同じである。酸化珪素膜または非晶質珪素膜表面は、バッファード弗酸系エッチング液により清浄化した。その後酸化珪素膜又は非晶質珪素膜の表面を純水で十分洗浄し、接合させる面を重ね合わせた。

【0030】乾燥後、両基板を加熱しながら、酸化珪素膜部または非晶質珪素膜部に高電圧の直流電圧を加えた。これにより静電力が働き、強固な直接接合が得られた。次に必要に応じて実施例3と同様のプロセスを行うことにより、I n P基板上に形成された光素子と、とS i基板上に形成された電子素子が一体に集積化されたハイブリッド集積回路の製造が可能となり、実施例3と同様の効果が得られた。この場合の接合強度は、単に熱処理したものよりもさらに強くなった。

【0031】このとき、接合部の膜に高電圧が加わるように、S i基板およびI n P基板に半導体性基板を用いたり、基板一部に低抵抗部を設けることにより、接合に用いる酸化珪素膜または非晶質珪素膜に有効に高電圧を加えることができた。この場合酸化珪素膜は本来、高抵抗であるが、非晶質珪素膜の場合は、できるだけ高抵抗にすることが望ましい。

【0032】印加する電圧は、1ミクロンの膜厚に対し、50から1000Vが適当であり、電圧が高い場合

は、パルス的に加える方が良かった。

【0033】（実施例6）本発明の第6の実施例のハイブリッド集積回路の製造方法について説明する。

【0034】実施例3と同様にして、S i基板およびI n P基板の所定の箇所に、電子素子または光素子を形成し、その後、保護膜形成、表面洗浄を行った後、接合面になるI n P基板上に、多結晶珪素の膜を、プラズマCVDなどにより形成した。形成する多結晶珪素の膜厚は、実施例3の場合とほぼ同様、0.1〜3ミクロン程度である。その後、実施例3と同様に、多結晶珪素膜とS i基板表面を極めて清浄にした。具体的方法は、実施例3とほぼ同じである。多結晶珪素膜表面は、バッファード弗酸系エッチング液により清浄化した。その後多結晶珪素膜及びS i基板の表面を純水で十分洗浄し、すぐに一様に重ねあわせることにより、多結晶珪素膜表面に吸着した水酸基により、容易に接合が得られた。次に必要に応じて実施例3と同様のプロセスを行うことにより、I n P基板上に形成された光素子と、S i基板上に形成された電子素子が一体に集積化されたハイブリッド集積回路の製造が可能となり、実施例3と同様の効果が得られた。

【0035】なお、上記ハイブリッド集積回路の製造方法の実施例では、いずれも、実施例2の構造の例について説明したが、実施例1の構造を得るには、各製造方法の実施例において、酸化珪素膜または珪素膜を、単にI n P基板の裏面に形成すれば実現することができた。この場合のI n P基板上の光素子などと、S i基板上の電子素子などとの結線は、外部のワイヤーで行ったり、I n P基板にビアホールを形成するなどして行った。

【0036】また、上記実施例では、いずれも、S i基板上には他の膜を形成しなかったが、S i基板上にも酸化珪素膜又は珪素膜を形成しても同様の直接接合が可能であった。

【0037】また、上記実施例では、いずれの場合も接合に用いる膜表面の平坦度が重要であり、製膜の方法、

条件が悪く、表面の凹凸が大きい場合には接合が困難となるため、十分な注意が必要であった。

【0038】また、いずれの実施例においても、まず第1に、S i基板上に形成された電子素子などとI n P基板上に形成された光素子などを、一体に集積しているため、ハイブリッド集積回路を大幅に小型、軽量化する事が可能となった。

【0039】また、大規模集積回路は、歩留まり良く形成できるS i基板上に、光素子は高性能の得られるI n P基板上に形成できるため、単一基板を用いて集積した場合よりも、高性能のハイブリッド集積回路が歩留まり良く得られた。

【0040】また、いずれの実施例においても、接合方法は、I n P基板とS i基板を膜厚の制御された珪素系無機材料で直接接合しているため、平面性が極めて良く、大規模集積に必要な、サブミクロンのホトリソグラフィが可能となるとともに、熱や振動などに対する信頼性も大幅に向上した。

【0041】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、光素子及び電子素子を高密度に集積化でき、低コストで歩留まりがよく、良好な特性が得られるという長所がある。

【図面の簡単な説明】

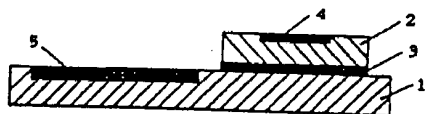
【図1】本発明にかかる第1の実施例のハイブリッド集積回路の構成を示す模式断面図である。

【図2】本発明にかかる第2の実施例のハイブリッド集積回路の構成を示す模式断面図である。

【符号の説明】

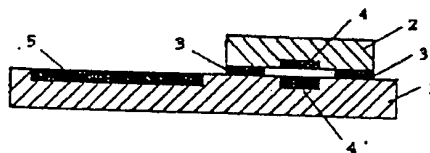
- | | |
|----|-------------|
| 1 | S i基板 |
| 2 | I n P基板 |
| 3 | 酸化珪素膜または珪素膜 |
| 4 | 光素子（発光素子） |
| 4' | 光素子（受光素子） |
| 5 | 電子素子 |

【図1】



- | | |
|-------|-------------|
| 1 | S i基板 |
| 2 | I n P基板 |
| 3 | 酸化珪素膜または珪素膜 |
| 4, 4' | 光素子 |
| 5 | 電子素子 |

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 小掠 哲義

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-291299

(43)Date of publication of application : 18.10.1994

(51)Int.Cl.

H01L 27/15

H01L 27/14

(21)Application number : 04-042879

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 28.02.1992

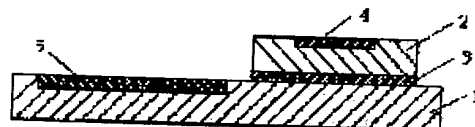
(72)Inventor : EDA KAZUO
TAGUCHI YUTAKA
KANAHOSHI AKIHIRO
KORIYOU TETSUYOSHI

(54) HYBRID INTEGRATED CIRCUIT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a low-cost optical hybrid integrated circuit of large scale integration with high yield by providing an InP substrate coated selectively with silicon or its oxide where the InP substrate and a silicon substrate are joined.

CONSTITUTION: Electronic devices 5 such as transistors are formed on an Si substrate 1. Optical devices 4 such as a laser are formed on a InP substrate 2 including a silicon oxide film 3, which comes into direct contact with the silicon substrate. The electronic devices and optical devices on the two substrates are functionally connected through electrical interconnections to form large scale integration. Since the Si substrate 1 has a large thermal conductivity, heat dissipation is adequate if a high-power laser is formed on the InP substrate 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.04.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2610076

[Date of registration] 13.02.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office